

บทคัดย่อ

การขนส่งยา (drug delivery) ในทางเดินหายใจโดยการฉีดพ่นผ่านช่องปากของมนุษย์ยังคงเป็นเรื่องที่ทำนายสำหรับนักวิจัยอยู่ ด้วยเพราะเหตุของความซับซ้อนของรูปร่างทางเดินหายใจและคุณสมบัติของตัวยา ปัจจุบันมีผู้ป่วยที่เป็นโรคทางเดินหายใจ ซึ่งต้องได้รับการรักษาโดยใช้ยาชนิดพ่นเป็นจำนวนมาก และการศึกษาการขนส่งยาถือเป็นพื้นฐานสำคัญที่จะนำไปสู่การรักษาที่ดีขึ้นได้ ด้วยข้อจำกัดของการศึกษาโดยการทดลอง ทั้งงบประมาณและระยะเวลา ทำให้การศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เข้ามามีบทบาทสำคัญมากขึ้น

การศึกษาพฤติกรรมของอนุภาคยา จะดูการเคลื่อนที่และการยึดเกาะควบคู่กันเนื่องจากทางเดินหายใจซึ่งเปรียบเสมือนท่อขนส่งยา มีอากาศไหล เข้า-ออก อยู่ภายในตลอดเวลา ในงานวิจัยชิ้นนี้ จึงได้กำหนดจุดประสงค์ของการศึกษาพฤติกรรมของอนุภาคยาในทางเดินหายใจภายใต้อิทธิพลของสนามอากาศ โดยทำการศึกษาในโดเมนสองมิติ เริ่มตั้งแต่บริเวณช่องปากผ่านหลอดลมไปจนถึงขั้วปอด ซึ่งได้นำเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สองแบบจำลอง คือแบบจำลองสำหรับการไหลของอากาศ และแบบจำลองสำหรับการเคลื่อนที่ของอนุภาคยา สำหรับแบบจำลองการไหลของอากาศ จะอาศัยสมการเนเวียร์-สโตกส์ (Navier-Stokes equations) และสมการการไหลต่อเนื่อง (continuity equation) ซึ่งค่าขอบด้านหนึ่งจะถูกกำหนดเป็นฟังก์ชันแกว่งกวัดตามคาบของเวลา (oscillating function) แบบจำลองนี้จะถูกหาผลเฉลยโดยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป COMSOL Multiphysics® 3.5a แล้วนำผลเฉลยเชิงตัวเลขมาจำลองความเร็วและทิศทางการไหลของอากาศที่เวลาต่างๆ ในส่วนของแบบจำลองสำหรับการเคลื่อนที่ของอนุภาคยา ถูกสร้างโดยอาศัยเทคนิคการกระจายตัวภาคแบบลากรางจ์ (Lagrangian dispersed phase) การหาผลเฉลยของแบบจำลองนี้จะใช้วิธีของออยเลอร์ (Euler's method) ผลที่ได้จากแบบจำลองได้ถูกนำมาจำลองวิถีการเคลื่อนที่และการยึดเกาะของอนุภาคยาในทางเดินหายใจ รวมทั้งวิเคราะห์การกระจายตัวของอนุภาคยาในบริเวณต่างๆ ผลจากแบบจำลองการไหลของอากาศ และแบบจำลองการเคลื่อนที่ของอนุภาคยาในทางเดินหายใจ ให้ผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับความเป็นจริงและงานวิจัยชิ้นก่อนๆ เป็นอย่างยิ่ง ซึ่งถือเป็นประโยชน์ต่อการนำไปศึกษาในภายหลัง และนำไปสู่การพัฒนาการรักษาโดยใช้ยาชนิดพ่นต่อไป